



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I530231 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：100133376

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 16 日

(51)Int. Cl. : **H05G2/00 (2006.01)**

(30)優先權：2010/10/04 美國 61/404,564

2011/06/09 美國 13/157,233

(71)申請人：A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B.V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：派特洛 威廉 N PARTLO, WILLIAM N. (US)；山德史東 理查 L SANDSTROM, RICHARD L. (US)；布朗 丹尼爾 J W BROWN, DANIEL J. W. (AU)；佛蒙柯 維 伊格爾 V FOMENKOV, IGOR V. (US)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW 200822813A

TW 200834252A

US 2003/0190012A1

US 2003/0223541A1

US 2008/0175596A1

審查人員：王志成

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：12 共 44 頁

(54)名稱

極紫外線(EUV)光源及用於在至少兩迸發期間生成 EUV 脈衝之方法

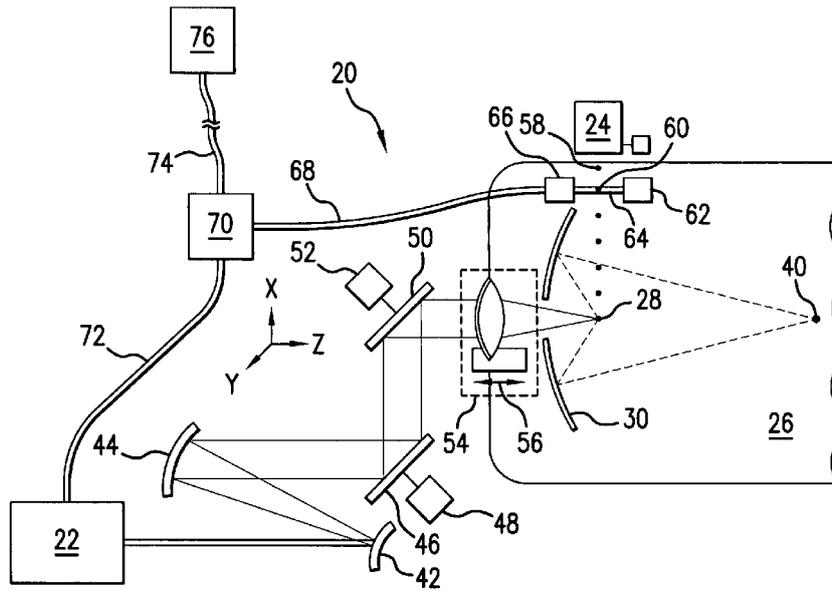
EUV LIGHT SOURCE AND METHOD FOR PRODUCING EUV PULSES IN AT LEAST TWO BURST PERIODS

(57)摘要

本發明揭露一裝置，該裝置係可包含一微滴產生器，其生成標靶材料的微滴；一感測器，其當一微滴抵達一預選定區位時提供一攔截時間信號；一延遲電路，其耦合於該感測器；一雷射源，其回應於一觸發信號以生成一雷射脈衝；及一系統，其控制該延遲電路以提供自攔截時間延遲一第一延遲時間之一觸發信號以產生一被聚焦於一微滴上之光脈衝，以及自攔截時間延遲一第二延遲時間之一觸發信號以產生一未被聚焦於一微滴上之光脈衝。

A device is disclosed herein which may comprise a droplet generator producing droplets of target material; a sensor providing an intercept time signal when a droplet reaches a preselected location; a delay circuit coupled with said sensor, the delay circuit generating a trigger signal delayed from the intercept time signal; a laser source responsive to a trigger signal to produce a laser pulse; and a system controlling said delay circuit to provide a trigger signal delayed from the intercept time by a first delay time to generate a light pulse that is focused on a droplet and a trigger signal delayed from the intercept time by a second delay time to generate a light pulse which is not focused on a droplet.

指定代表圖：



第 1 圖

符號簡單說明：

- 20 ··· 雷射生成式電漿 EUV 光源
- 22 ··· 雷射源
- 24 ··· 標靶材料輸送系統
- 26 ··· 腔室
- 28 ··· 輻照區
- 30 ··· 收集器面鏡
- 40 ··· 中間區
- 42,44 ··· 面鏡
- 46 ··· 第一平坦面鏡
- 48,52 ··· 第一軸傾斜-第二軸傾斜(tip-tilt)致動器
- 50 ··· 第二平坦面鏡
- 54 ··· 聚焦總成
- 56 ··· 箭頭
- 58 ··· 微滴
- 60 ··· 預選定區位
- 62 ··· 光源
- 64 ··· 束
- 66 ··· 偵測器
- 68,72,74 ··· 通信通路
- 70 ··· 控制電路
- 76 ··· 曝光工具控制系統
- X,Y,Z ··· 方向

# 發明專利說明書



(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100133376

※ 申請日：100年9月16日

※IPC 分類：H05G 2/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

極紫外線(EUV)光源及用於在至少兩迸發期間生成EUV脈衝之方法

EUV LIGHT SOURCE AND METHOD FOR PRODUCING EUV PULSES  
IN AT LEAST TWO BURST PERIODS

## 二、中文發明摘要：

本發明揭露一裝置，該裝置係可包含一微滴產生器，其生成標靶材料的微滴；一感測器，其當一微滴抵達一預選定區位時提供一攔截時間信號；一延遲電路，其耦合於該感測器；一雷射源，其回應於一觸發信號以生成一雷射脈衝；及一系統，其控制該延遲電路以提供自攔截時間延遲一第一延遲時間之一觸發信號以產生一被聚焦於一微滴上之光脈衝，以及自攔截時間延遲一第二延遲時間之一觸發信號以產生一未被聚焦於一微滴上之光脈衝。

## 三、英文發明摘要：

A device is disclosed herein which may comprise a droplet generator producing droplets of target material; a sensor providing an intercept time signal when a droplet reaches a preselected location; a delay circuit coupled with said sensor, the delay circuit generating a trigger signal delayed from the intercept time signal; a laser source responsive to a trigger signal to produce a laser pulse; and a system controlling said delay circuit to provide a trigger signal delayed from the intercept time by a first delay time to generate a light pulse that is focused on a droplet and a trigger signal delayed from the intercept time by a second delay time to generate a light pulse which is not focused on a droplet.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20…雷射生成式電漿EUV光源	50…第二平坦面鏡
22…雷射源	54…聚焦總成
24…標靶材料輸送系統	56…箭頭
26…腔室	58…微滴
28…輻照區	60…預選定區位
30…收集器面鏡	62…光源
40…中間區	64…束
42,44…面鏡	66…偵測器
46…第一平坦面鏡	68,72,74…通信通路
48,52…第一軸傾斜-第二軸傾斜 (tip-tilt)致動器	70…控制電路
	76…曝光工具控制系統
	X,Y,Z…方向

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

參考相關申請案

本申請案係對於2011年6月9日提申名為“具有在極紫外線(EUV)非輸出期間用以維持雷射生成式電漿(LPP)驅動雷射輸出之次系統的EUV光源”的美國發明專利申請案No. 13/157,233主張優先權；且亦對於2010年10月4日提申名為“具有溫度穩定化驅動雷射之極紫外線(EUV)光源”的美國臨時專利申請案No. 61/404,564，事務所案號2010-0014-01主張優先權，其整體內容合併於本文中以供參考。

本申請案係有關於2010年6月24日提申名為“具有用於極紫外線(EUV)光源之預脈衝的主振盪器功率放大器驅動雷射”的美國專利申請案No. 61/398,452，事務所案號2009-0038-01；2007年12月20日提申名為“用於極紫外線(EUV)光源之驅動雷射”的美國專利申請案No. 12/004,905，現為2011年3月29日發證的美國專利案7,916,388；2007年4月10日提申名為“雷射生成式電漿極紫外線(EUV)光源”的美國專利申請案No. 11/786,145，現為2010年3月2日發證的美國專利案7,671,349；2007年7月13日提申名為“具有利用一調變式擾波所生成的一微滴流之雷射生成式電漿極紫外線(EUV)光源”的美國專利申請案No. 11/827,803，現為2011年3月1日發證的美國專利案7,897,947，事務所案號2007-0030-01；2006年2月21日提申、2006年11月16日以U.S. 2006/0255298-A1公開名為“具有預

脈衝之雷射生成式電漿極紫外線(EUV)光源”的美國專利申請案No. 11/358,988，事務所案號2005-0085-01；2005年2月25日提申名為“用於極紫外線(EUV)電漿源標靶輸送之方法及裝備”的美國專利申請案No. 11/067,124，現為2008年7月29日發證的美國專利案7,405,416，事務所案號2004-0008-01；2005年6月29日提申名為“雷射生成式電漿(LPP)極紫外線(EUV)電漿源材料標靶輸送系統”的美國專利申請案No. 11/174,443，現為2008年5月13日發證的美國專利案7,372,056，事務所案號2005-0003-01；2006年2月21日提申名為“用於極紫外線(EUV)光源之源材料配送器”的美國專利申請案No. 11/358,983，現為2008年5月27日發證的美國專利案7,378,673，事務所案號2005-0102-01；2006年2月21日提申名為“雷射生成式電漿極紫外線(EUV)光源”的美國專利申請案No. 11/358,992，現為2009年10月6日發證的美國專利案7,598,509，事務所案號2005-0081-01；2005年6月29日提申名為“雷射生成式電漿(LPP)極紫外線(EUV)光源驅動雷射系統”的美國專利申請案No. 11/174,299，現為2008年10月21日發證的美國專利案7,439,530，事務所案號2005-0044-01；2006年4月17日提申名為“用於極紫外線(EUV)光源之替代燃料”的美國專利申請案No. 11/406,216，現為2008年12月16日發證的美國專利案7,465,946，事務所案號2006-0003-01；2006年10月13日提申名為“用於極紫外線(EUV)光源之驅動雷射輸送系統”的美國專利申請案No. 11/580,414，現為2009年2月17日發證的

美國專利案7,491,954，事務所案號2006-0025-01；及2006年12月22日提申且2008年6月26日以U.S. 2008/0149862-A2公開名為“雷射生成式電漿極紫外線(EUV)光源”的美國專利申請案No. 11/644,153，事務所案號2006-0006-01；2006年8月16日提申名為“極紫外線(EUV)光學裝置”的美國專利申請案No. 11/505,177，現為2010年11月30日發證的美國專利案7,843,632，事務所案號2006-0027-01；2006年6月14日提申名為“用於極紫外線(EUV)光源之驅動雷射”的美國專利申請案No. 11/452,558，現為2009年4月14日發證的美國專利案7,518,787，事務所案號2006-0001-01；2005年8月9日發證予偉柏(Webb)等人名為“長延遲及高TIS脈衝拉伸器”的美國專利案No. 6,928,093；2006年3月31日提申名為“共焦脈衝拉伸器”的美國專利申請案No. 11/394,512，現為2008年8月19日發證的美國專利案7,415,056，事務所案號2004-0144-01；2005年5月26日提申且2005年11月24日以U.S. 2005/0259709-A1公開名為“用以在定形為一線束的雷射與沉積於基材上的膜之間實行交互作用之系統及方法”的美國專利申請案No. 11/138,001，事務所案號2004-0128-01；及2002年5月7日提申名為“具有束輸送之雷射微影術光源”的美國專利申請案No. 10/142,216，現為2004年2月17日發證的美國專利案6,693,939；2003年9月23日發證予諾爾斯(Knowles)等人名為“極窄帶、兩腔室、高重覆率氣體放電雷射系統”的美國專利案No. 6,625,191；2001年11月30日提申的美國專利申請案No. 10/012,002，現為2003年9月23日發

證的美國專利案6,625,191，事務所案號2001-0090-01；2003年4月15日發證予奈思(Ness)等人名為“具有精密時序控制之注射晶種式雷射”的美國專利案No. 6,549,551，美國申請案No. 09/848,043，事務所案號2001-0020-01；及2003年5月20日發證予邁爾斯(Myers)等人名為“極窄帶、兩腔室、高重覆率氣體放電雷射系統”的美國專利案No. 6,567,450，美國申請案No. 09/943,343，事務所案號2001-0084-01；2006年8月25日提申名為“用於一雷射生成式電漿極紫外線(EUV)光源之源材料收集單元”的美國專利申請案No. 11/509,925，現為2009年1月13日發證的美國專利案No. 7,476,886，事務所案號2005-0086-01；各案的整體內容合併於本文中以供參考。

#### 發明領域

本申請案係有關於極紫外線(EUV)光源，其從一來自一源材料所生成且收集與導引至一中間區位之電漿提供EUV光，以供EUV光源腔室外部利用，譬如用於半導體積體電路製造光微影術，譬如處於約100nm及以下的波長。

### 【 先前技術 】

#### 發明背景

極紫外線(EUV)光，譬如具有約5至100nm或更小波長的電磁輻射(有時亦稱為軟x射線)，且包括約13nm波長的光，係可使用於光微影術製程中以及在譬如矽晶圓等基材中生成極小特徵構造。

生成EUV光之方法係包括但未必限於將一材料轉換成

一電漿狀態，其具有一含有位於EUV範圍中的一發射線之譬如氫、鋰或錫等元素。一種常稱為雷射生成式電漿(LPP)的此方法中，可利用一雷射束來輻照譬如呈現一微滴、流或叢簇材料形式之一標靶材料，藉以生成所需要的電漿。

至今為止，已揭露其中使一微滴流中的微滴受到雷射脈衝所輻照以在一輻照部位從各微滴形成一電漿之LPP系統。並且，亦已揭露其中使各微滴被不只一光脈衝順序性照射之系統。部分案例中，各微滴可曝露於一所謂“預脈衝”以加熱、擴大、氣化、蒸氣化、離子化及/或產生一弱電漿，以及一“主脈衝”以將大部份或全部受預脈衝影響的材料轉換成電漿並因此生成一EUV光發射。

如上述，一生成EUV光之技術係涉及輻照一標靶材料。因此，作為在LPP製程中輻照標靶材料之驅動雷射時，譬如輸出具有紅外波長、譬如約 $9.2\mu\text{m}$ 至 $10.6\mu\text{m}$ 範圍波長的光之 $\text{CO}_2$ 雷射係可提供特定優點。對於諸如含錫的材料等特定的標靶材料，這可能尤其為真。譬如，優點可能係包括能夠生成相對較高之在驅動雷射輸入功率及輸出EUV功率之間的轉換效率。

部分案例中，可能欲採用一振盪器放大器配置以生成LPP製程中所用的相對較高功率主脈衝。一般而言，對於一LPP光源，EUV輸出功率係隨著驅動雷射功率而縮放，且因此可採用一相對較大的放大器。譬如，部分配置中，可採用一具有 $10^5$ 或更大級數的單通小信號增益之多腔室放大器，其以一脈衝式振盪器輸出被晶種化。

除放大器外，其可包括數十個面鏡以使光通過一具有16至20公尺或更大摺疊長度的增益媒體，可採用諸如透鏡、面鏡等其他光學件以在放大器與輻照部位之間擴大、導向及/或聚焦光束。所有這些光學件係在曝露於脈衝束期間被加熱，且此熱量可能造成各光學件擴大及/或扭曲。另一方面，非曝露期間中，光學件可能冷卻、且相較於其在升高溫度時作出不同表現。溫度的變化可能造成由於時間尺度及/或量值而難以矯正之熱暫態，且未矯正的熱暫態會不利地影響束品質及可聚焦性。雖然可採用冷卻系統來降低一光學件的最大值溫度，其未必總是能降低與其中使一光學件曝露於一脈衝束一段時間期間、接著是一非曝露期間、接著是曝露等的輻照循環相關聯之熱暫態。

操作期間，EUV光源的輸出係可供諸如步進器或掃描器等微影術曝光工具所使用。這些曝光工具可先將來自光源的光束予以均質化、然後譬如利用一反射罩幕在光束橫剖面中賦予光束一圖案。圖案狀光束隨後投射至一阻劑塗覆式晶圓的一部分上。一旦阻劑塗覆式晶圓的一第一部分(常稱為曝光場域)已被照射，晶圓、罩幕或兩者可被移動以輻照一第二曝光場域，且依此類推，直到阻劑塗覆式晶圓完成輻照為止。此製程期間，掃描器一般對於各曝光場域需要來自光源之一股所謂迸發的脈衝。譬如，一典型迸發係可持續約0.5秒的一期間，並包括處於約40kHz脈衝重覆率的約20,000光脈衝。此製程中，順序性迸發可被一中介時間暫時地分離。在可能持續約一秒的一比例部分之部分

中介時間中，曝光工具係預備輻照下個曝光場域且不需要來自光源的光。當曝光工具更換晶圓或進行量測術、一或多個維護功能、或不需要來自光源的光之部分其他製程時，可能發生較長的中介時間。

有鑒於上文，申請人係揭露一具有在EUV非輸出期間用以維持LPP驅動雷射輸出的次系統之EUV光源。

## 【發明內容】

### 發明概要

如本文所揭露，第一態樣中，一裝置係可包含一微滴產生器，其生成標靶材料的微滴；一感測器，其當一微滴抵達一預選定區位時提供一攔截時間信號；一延遲電路，其耦合於該感測器，該延遲電路產生自攔截時間信號延遲之一觸發信號；一雷射源，其回應於一觸發信號以生成一雷射脈衝；及一系統，其控制該延遲電路以提供自攔截時間延遲一第一延遲時間之一觸發信號以產生一被聚焦於一微滴上之光脈衝，以及自攔截時間延遲一第二延遲時間之一觸發信號以產生一未被聚焦於一微滴上之光脈衝。

此態樣的一實施例中，第一延遲時間係比第二延遲時間更長。

此態樣的另一實施例中，第一延遲時間係比第二延遲時間更短。

此態樣的一實行方式中，感測器係包含一雷射源及一偵測器。

此態樣的一特定實行方式中，延遲電路係包含一數位

移位暫存器。

亦於本文揭露的另一態樣中，一用於在至少兩迸發期間生成EUV脈衝且迸發期間被一中介期間所分離之方法係可包含下列步驟：在各迸發期間中及中介期間中產生標靶材料微滴，在各迸發期間中及中介期間中產生雷射脈衝，及聚焦雷射脈衝於各別微滴上以在迸發期間中生成一EUV輸出，及在一中介期間中於一雷射焦斑與微滴之間生成一距離。

此態樣的一特定實行方式中，該生成步驟係藉由對於迸發期間提供與中介期間不同之相對於微滴位置的雷射觸發時序而達成。

此態樣的一實行方式中，微滴在一迸發期間中沿著一第一路徑移行朝向一輻照部位，且該生成步驟係藉由在中介期間中將微滴重新導引至一未交會輻照部位之第二路徑而達成。

此態樣的一特定實行方式中，雷射脈衝係在一迸發期間中聚焦至一輻照部位的一焦斑，且該生成步驟藉由在中介期間中將焦斑移至一遠離輻照部位之區位而達成。

亦於本文揭露的另一態樣中，一在至少兩迸發期間生成EUV脈衝且其中迸發期間由一中介期間所分離之極紫外線(EUV)光源係可包含一微滴產生器，其在各迸發期間中及中介期間中生成標靶材料的微滴，一雷射源，其在各迸發期間中及中介期間中生成雷射脈衝，及一系統，其可操作以從一其中雷射脈衝與標靶材料交互作用以生成一EUV輸

出的迸發期間組態及一其中光脈衝未與標靶材料交互作用以生成一EUV輸出的中介期間組態重新組構EUV光源。

此態樣的一實施例中，系統係對於迸發期間提供與中介期間不同之相對於微滴位置的雷射觸發時序。

此態樣的一特定實施例中，觸發時序係在中介期間相對於迸發期間被延遲。

此態樣的一特定實行方式中，觸發時序係在中介期間相對於迸發期間被提前。

此態樣的一實行方式中，微滴在一迸發期間中沿著第一路徑移行朝向一輻照部位，且系統在中介期間中將微滴重新導引至一未交會輻照部位之第二路徑。

此態樣的一實施例中，系統係在中介期間中充電微滴並利用選自一電場、一磁場或其一組合所組成的場域群組之一場域使微滴從第一路徑偏向。

此態樣的一特定實施例中，微滴產生器係包括一噴嘴，且系統係包含一移動該噴嘴之致動器。

此態樣的一實行方式中，系統係包含一氣體流以重新導引微滴。

此態樣的一特定實行方式中，雷射脈衝係在一迸發期間中聚焦至一輻照部位的一焦斑，且系統在中介期間中將焦斑移至一遠離輻照部位之區位。

此態樣的一配置中，雷射脈衝係利用至少一聚焦光學件被聚焦，且系統移動至少一聚焦光學件以改變焦斑區位。

此態樣的一特定建置中，雷射脈衝係利用至少一導向

光學件被導向，且系統移動至少一導向光學件以改變焦斑區位。

此態樣的一實施例中，系統對於迸發期間提供與中介期間不同之相對於微滴位置的雷射觸發時序，且雷射脈衝係在一迸發期間中聚焦至一輻照部位的一焦斑，且系統在中介期間將焦斑移至一遠離輻照部位之區位。

#### 圖式簡單說明

第1圖顯示一雷射生成式電漿EUV光源的一範例之簡化示意圖；

第2圖顯示一控制電路的一範例，其用於在接收一微滴攔截時間信號時產生一雷射觸發；

第3圖顯示具有一晶種雷射及一放大器之一雷射源的一實施例之簡化示意圖；

第4圖顯示具有一晶種雷射及多腔室放大器之一雷射源的另一實施例之簡化示意圖；

第5圖顯示具有一預脈衝晶種雷射、主脈衝晶種雷射及共同放大器之一雷射源的另一實施例之簡化示意圖；

第6圖顯示光微影術所用光源之一典型光輸出序列；

第7圖顯示一配置，其中由一聚焦光學件所產生的焦斑係從一其中使雷射脈衝聚焦於一微滴流中的微滴上以生成一EUV發射電漿之第一焦斑位置(實線)移至一其中使焦斑遠離微滴流中的微滴之第二焦斑位置(虛線)；

第8圖顯示一配置，其中由一聚焦光學件所產生的焦斑係從一其中使雷射脈衝聚焦於一微滴流中的微滴上以生成

一EUV發射電漿之第一焦斑位置(實線)導向至一其中使焦斑遠離微滴流中的微滴之第二焦斑位置(虛線)；

第9圖顯示一配置，其中藉由移動一微滴產生器釋放點使得一微滴流從一交會一輻照部位以產生EUV的第一微滴流路徑被重新導引至一未交會輻照部位之第二微滴流路徑；

第10圖顯示一配置，其中藉由充電微滴並使帶電微滴偏向以令一微滴流從一交會一輻照部位以產生EUV的第一微滴流路徑被重新導引至一未交會輻照部位之第二微滴流路徑；

第11圖顯示一配置，其中藉由一氣體流使得一微滴流從一交會一輻照部位以產生EUV的第一微滴流路徑被重新導引至一未交會輻照部位之第二微滴流路徑；

第12圖顯示一配置，其中一微滴流係在一迸發的脈衝中被容許移行至一輻照部位以產生EUV且在一中介時間中被阻絕不移行至輻照部位。

## 【實施方式】

詳細說明

首先參照第1圖，顯示一EUV光源的一實施例之簡化示意圖，譬如一雷射生成式電漿EUV光源20。如第1圖所示，LPP光源20可包括一用於產生光且輸送該光至一腔室26內之雷射源22。對於光源20，光可沿著一或多個束路徑從雷射源22移行並進入腔室26內，以照射位於一輻照區28之一各別的標靶微滴。下文更詳細地描述可能適合使用於第1圖

所示雷射源22中之雷射配置的範例。

進一步如第1圖所示，EUV光源20亦可包括一標靶材料輸送系統24，譬如輸送一標靶材料的微滴至一腔室26的內部來到輻照區28，其中微滴將與一或多個光脈衝—譬如零、一或多個預脈衝、及隨後的一或多個主脈衝—交互作用，以最終生成電漿且產生一EUV發射。關於不同微滴配送器組態及其相關優點之更多細節係請見下列文件：2010年3月10日提申且2010年11月25日以U.S. 2010/0294953-A1公開名為“雷射生成式電漿EUV光源”的美國專利申請案No. 12/721,317，事務所案號2008-0055-01；2008年6月19日提申名為“用於一雷射生成式電漿EUV光源中的標靶材料輸送之系統及方法”的美國No. 12/214,736，現為2011年1月18日發證的美國專利案7,872,245，事務所案號2006-0067-02；2007年7月13日提申名為“具有利用一調變式擾波所生成的一微滴流之雷射生成式電漿EUV光源”的美國專利申請案No.11/827,803，現為2011年3月1日發證的美國專利案7,897,947，事務所案號2007-0030-01；2006年2月21日提申且2006年11月16日以U.S. 2006/0255298A-1公開名為“具有預脈衝之雷射生成式電漿EUV光源”的美國專利申請案11/358,988，事務所案號2005-0085-01；2005年2月25日提申名為“用於EUV電漿源標靶輸送之方法及裝備”的美國專利申請案No. 11/067,124，事務所案號2004-0008-01；現為2008年7月29日發證的美國專利案7,405,416；及2005年6月29日提申名為“LPP EUV電漿源材料標靶輸送系統”的美國專利

申請案No.11/174,443，事務所案號2005-0003-01，現為2008年5月13日發證的美國專利案7,372,056；各案內容合併於本文中以供參考。

標靶材料可包括但未必限於一包括錫、鋰、氫或其組合之材料。例如錫、鋰、氫等EUV發射元素可能是液體微滴及/或液體微滴內所含的固體粒子之形式。譬如，元素錫可以純錫，以錫化合物，譬如 $\text{SnBr}_4$ ， $\text{SnBr}_2$ ， $\text{SnH}_4$ ，以錫合金，譬如錫鎳合金，錫鈮合金，錫鈮鎳合金，或其一組合作使用。依據使用材料而定，標靶材料可以包括室溫或接近室溫(譬如錫合金， $\text{SnBr}_4$ )、升高溫度(譬如純錫)或低於室溫的溫度(譬如 $\text{SnH}_4$ )等不同溫度提供至輻照區28，且在部分案例中可相對較具揮發性，譬如 $\text{SnBr}_4$ 。有關這些材料使用於一LPP EUV光源中的更多細節請見2006年4月17日提申名稱為“用於EUV光源之替代性燃料”且事務所案號為2006-0003-01的美國專利申請案No. 11/406,216，現為2008年12月16日發證的美國專利案7,465,946，其內容先行合併於本文中以供參考。

繼續參照第1圖，EUV光源20亦可包括一光學件30，譬如一呈扁長橢球(亦即繞其主軸線旋轉的橢圓)形式之具有一反射表面的近法向入射收集器面鏡，其譬如具有一包含鈿與矽交替層之階化多層塗覆物，且在部分案例中，一或多個高溫擴散障壁層，平撫層，蓋覆層及/或蝕刻停止層。第1圖顯示光學件30可形成有一開孔以容許雷射源22所生成的光脈衝通過且抵達輻照區28。如圖所示，光學件30可

譬如為一扁長橢球面鏡，其具有一位於輻照區28內或接近於輻照區28之第一焦點，及一位於所謂中間區40之第二焦點，其中EUV光可從EUV光源20輸出並輸入至一利用EUV光之裝置，譬如一積體電路微影術工具(未圖示)。請瞭解可使用其他光學件取代扁長橢球面鏡以收集並導引光至一中間區位供後續輸送至一利用EUV光之裝置，例如，光學件可為一繞其主軸線旋轉之拋物形或者可組構成將一具有環形橫剖面的光束輸送至一中間區位，譬如請見2006年8月16日提申名稱為“EUV光學件”且事務所案號為2006-0027-01的美國專利申請案No. 11/505,177，現為2010年11月30日發證的美國專利案7,843,632，其內容合併於本文中以供參考。

第1圖亦顯示源20可包括一或多個用於光學調控之光學件，諸如用於在雷射源22與輻照部位28之間擴大、導向、及/或聚焦光束。更詳細來說，第1圖可看出，可採用藉由可譬如身為偏離軸線拋物形面鏡之兩面鏡42、44所組成的一束擴大器，以在對於束傳播方向呈橫向的一或兩維度中擴大從雷射源22輸出之光束。請瞭解可採用包括透鏡、稜鏡等其他光學配置來擴大光束，或是可利用一或多個共同光學件來擴張且導向光束。在面鏡及/或一表面氣體流的案例中，光學件可譬如利用背側水通路被冷卻。

繼續參照第1圖可看出，可能包括一或多個面鏡、稜鏡等的導向系統係可被設置且配置成在x及/或y方向中導向焦斑。在面鏡及/或一表面氣體流的案例中，光學件可譬如利用背側水通路被冷卻。對於圖示的配置，導向系統係包

括一第一平坦面鏡46，其安裝在一可在兩維度中獨立地移動面鏡46之第一軸傾斜-第二軸傾斜(tip-tilt)致動器48上，及一第二平坦面鏡50，其安裝在一可在兩維度中獨立地移動面鏡50之第一軸傾斜-第二軸傾斜致動器52上。然而，可採用其他系統，譬如，可採用具有一第一軸傾斜-第二軸傾斜致動器之單一面鏡以提供導向，或一面板可只提供第二軸傾斜調整、一第二面鏡則只提供第一軸傾斜調整。

第1圖亦顯示：一聚焦總成54係可供將束聚焦至輻照部位28並調整沿著z軸線之焦斑的位置。對於所顯示的聚焦總成54，可使用一聚焦透鏡，其被耦合至一致動器以在箭頭56方向作運動以沿著z軸線移動焦斑。雖然顯示單一透鏡，請瞭解可使用具有一或多個透鏡、面鏡等的其他聚焦配置。

本文用語“光學件”及其衍生物係包括但未必限於：一或多個用以反射及/或透射及/或操作入射光之組件，並包括但不限於：一或多個透鏡，窗，濾器，楔件，稜鏡，稜柵，階件(gradings)，傳輸纖維，標準具，擴散器，均化器，偵測器及其他儀器組件，開孔，軸稜錐透鏡及面鏡包括多層面鏡，近法向入射面鏡，掠射入射面鏡，鏡面反射器，擴散反射器及其組合。並且，除非另外指明，本文用語“光學件”及其衍生物皆無意侷限於僅在或有利地在諸如EUV輸出光波長、輻照雷射波長、適合量測術的波長或部分其他波長等一或多個特定波長範圍內操作之組件。

關於束調控系統之其他細節請見下列文件：2004年3月17日提申名為“高重覆率雷射生成式電漿EUV光源”的美國

專利申請案No. 10/803,526，事務所案號2003-0125-01，現為2006年8月8日發證的美國專利案7,087,914號；2004年7月24日提申名為“EUV光源”的美國專利案10/900,839，事務所案號2004-0044-01，現為2007年1月16日發證的美國專利案7,164,144號，及2009年12月15日提申名為“用於極紫外線光源之束運送系統”的美國專利申請案No. 12/638,092，事務所案號2009-0029-01，各案的內容合併於本文中以供參考。

繼續參照第1圖可看出，可採用一感測器，以當一微滴58抵達輻照部位28上游的一預選定區位60時提供一攔截時間信號。譬如，預選定區位係可相距輻照部位數公厘並可被定位成當電漿未出現於輻照部位時發生預選定區位處的微滴攔截。對於源20，感測器可包括一光源62，諸如一雷射源，而導引一束64經過預選定區位60，如圖所示。譬如，雷射可為一半導體雷射。可定向一偵測器66諸如一光偵測器陣列、崩潰光電二極體或光電倍增器以監測束64並當一微滴58通過預成形60時在例如導線、無線連結件等通信通路68上產生一類比信號輸出。類比信號則可由一控制電路70所處理，控制電路70係產生一雷射觸發信號以引發雷射源22的發射。進一步如圖所示，控制電路70可在通信通路72上輸出觸發信號。通信通路74可供將控制電路70通信式連接至曝光工具控制系統76。進一步如下文描述，藉由此連結件，延遲電路可處理來自曝光工具之迸發開始(Burst Start)及迸發停止(Burst Stop)命令。

第2圖更詳細地顯示一適當控制電路70的一範例。如圖所示，來自偵測器66之通信通路68上的類比輸出(請見第1圖)可被輸入至一用於在通信通路82上生成一數位輸出之類比至數位轉換器80。通信通路82上的數位輸出隨後可被輸入至一可譬如包括一數位移位暫存器之延遲電路部分84。延遲電路部分84可在通信通路86上輸出一信號，其係自輸入信號延遲一段與微滴從攔截區位60(請見第1圖)至輻照部位28的飛行時間相關聯之時間。如圖所示，通信通路86上的輸出隨後可被輸入至一可譬如包括一數位微處理器之邏輯電路88。

繼續參照第2圖可看出，邏輯電路88亦可包括一用於從曝光工具控制系統76接收一輸入之通信通路74。確切來說，此輸入係可包括來自曝光工具之迸發開始及迸發停止命令。藉由這些輸入，邏輯電路88可執行下列指令序列。從曝光工具接收到一迸發開始命令時，邏輯電路88係輸出通信通路86至通信通路72而觸發雷射源22(請見第1圖)以輻照經攔截微滴及後續微滴，直到接收到一迸發停止命令為止。

從曝光工具接收到一迸發停止命令時，邏輯電路88使輸入從通信通路86通往通信通路92，直到邏輯電路接收到一迸發開始命令為止。通信通路92上的信號隨後係由可譬如包括一數位移位暫存器之延遲電路部分94接收。延遲電路部分94隨後可在通信通路72上輸出一信號，其自通信通路92輸入信號延遲一足以造成雷射束抵達輻照部位遲到且

錯失微滴之時間。譬如，假設具有40kHz的一雷射脈衝重覆率，微滴之間的時間間隔係為約25 $\mu$ s，且延遲電路部分94的一適當延遲可為微滴時間間隔的約一半，亦即約12.5 $\mu$ s。

藉由如上述的配置，雷射源22係在一迸發停止命令與一迸發開始命令之間的一中介時間t中繼續輸出光脈衝。這些輸出脈衝係輻照一或多個光學件，但未從微滴生成電漿。因此，光學件可維持溫度而降低熱暫態，不生成會弄髒或傷害鄰近光學件諸如收集器面鏡30(顯示於第1圖)等之電漿產生式碎屑及離子。並且，對於此配置，微滴產生器可在中介時間期間中繼續生成微滴而未中斷，降低了停止以及重新開始微滴產生器相關聯之複雜度。

如上述，可利用通信通路72上的觸發信號輸出來引發第1圖所示之雷射源22的發射。第3圖更詳細地顯示一雷射源22的一範例。如第3圖所示，雷射源22可包括一晶種雷射100，其生成一經由放大器104被導引至一束路徑102上之輸出。

一建置中，晶種雷射100可為一CO<sub>2</sub>雷射，其具有藉由一射頻(RF)放電所泵送之處於次大氣壓力、譬如0.05至0.2atm之一包括CO<sub>2</sub>的經密封氣體。藉由此配置，晶種雷射可自我調整至主導線的一者，諸如具有波長10.5910352 $\mu$ m的10P(20)線。通信通路72上接收到一觸發信號時，可引發增益媒體的泵送而導致一脈衝式雷射輸出。或者，可提供一聲光調變(AOM)開關以控制晶種雷射光學腔的品質Q。在此例中，譬如由於連續性RF泵送，在晶種雷射接收觸發信

號之前，增益媒體可處於一經泵送狀態，且可利用通信線72上的觸發信號來啟動Q開關。或者，觸發信號可引發增益媒體泵送，且Q開關在一預定延遲後啟動。對於此配置，觸發信號被晶種雷射100接收時，放大器腔室104中的增益媒體係可處於一經泵送狀態中(利用連續性或脈衝式泵送)。

對於第3圖所示的雷射源22，一配合使用一具有一包括上述CO<sub>2</sub>的增益媒體之晶種雷射之適當放大器104係可包括一含有由DC或RF激勵所泵送的CO<sub>2</sub>氣體之增益媒體。一特定實行方式中，放大器係可包括一軸向流、RF泵送式(連續性或具有脈衝調變)CO<sub>2</sub>放大單元。可使用具有纖維、桿、板片或碟形主動媒體的其他類型放大單元。部分案例中，可採用一固體主動媒體。

第4圖顯示使用於第1圖所示的光源20中之一雷射源22'的另一範例。如第4圖所示，雷射源22'可包括晶種雷射100，其生成一被導引至束路徑102'上且經過放大器104'之輸出。進一步如圖所示，放大器104'可具有兩個(或更多個)放大單元106、108，各具有其自身的腔室，主動媒體及激勵源，譬如泵送電極。譬如，在晶種雷射100包括增益媒體—包括上述的CO<sub>2</sub>—之案例中，作為放大單元106、108之適當雷射係可包括一含有由DC或RF激勵所泵送的CO<sub>2</sub>氣體之主動媒體。一特定實行方式中，放大器係可包括複數個、諸如四或五個軸向流、RF泵送式(連續性或脈衝式)CO<sub>2</sub>放大單元，其具有約10至25公尺的總增益長度，且協同地在例如10kW或更高的相對較高功率操作。可使用具有纖維、桿、

板片或碟形主動媒體的其他類型放大單元。部分案例中，可採用一固體主動媒體。

對於第4圖所示的實施例，來自通信通路72之一觸發信號係可引發增益媒體的泵送，導致一脈衝式雷射輸出。或者，可提供一聲光調變(AOM)開關以控制晶種雷射光學腔的品質Q。在此例中，晶種雷射接收觸發信號之前，例如由於連續性RF泵送，增益媒體可處於一經泵送狀態中，且可利用通信線72上的觸發信號來啟動Q開關。或者，觸發信號可引發增益媒體泵送，且Q開關在一預定延遲後啟動。對於此配置，觸發信號被晶種雷射100接收時，放大器腔室106、108中的增益媒體係可處於一經泵送狀態中(利用連續性或脈衝式泵送)。

第5圖顯示使用於第1圖所示的光源20中之一雷射源22'的另一範例。如第5圖所示，雷射源22'可包括一預脈衝晶種雷射120，其生成一經由光學件124且經由共同放大器104''(如同上文對於放大器104、104'所描述)被導引至一共同束路徑122上之輸出。雷射源22'亦可包括一在束路徑130上生成一輸出之主脈衝晶種雷射128，該輸出係藉由光學件124被反射至共同束路徑122上且經過共同放大器126。對於第5圖所示的配置，光學件124可為二向色性束整合器，偏振區別束整合器，或部份反射束整合器。請瞭解可修改該配置使得預脈衝晶種雷射輸出被透射經過光學件124，且主脈衝晶種雷射輸出被光學件124所反射。

對於第5圖所示的配置，可使用一可調式預脈衝晶種雷

射120、諸如一CO<sub>2</sub>雷射，其具有藉由一射頻放電所泵送之處於例如0.05至0.2atm的次大氣壓力之一包括CO<sub>2</sub>的經密封氣體。譬如，一可移式光柵可與一輸出耦合器一起使用以形成預脈衝雷射的光學腔。可使用一可包括一步進器馬達、壓電元件/堆積體或一組合步進器馬達/壓電件之致動器，以回應於一中心波長測量信號來移動光柵。一建置中，主脈衝晶種雷射128可為一CO<sub>2</sub>雷射，其具有藉由一射頻放電所泵送之處於例如0.05至0.2atm等次大氣壓力之一包括CO<sub>2</sub>的經密封氣體。藉由此配置，主脈衝晶種雷射可自我調整至主導線的一者，諸如具有波長10.5910352 $\mu$ m的10P(20)線。一般而言，預脈衝晶種雷射120係回應於通信通路72上的一觸發信號而發射，且隨後，一預定延遲之後，主脈衝晶種雷射128係發射。預脈衝晶種雷射120與主脈衝晶種雷射128之間的延遲係可為約1000ns並一般設定成將EUV輸出能量或效率予以最適化。

對於第5圖所示的實施例，來自通信通路72的一觸發信號係可引發預脈衝晶種雷射120中之增益媒體的泵送，而導致一脈衝式雷射輸出。或者，可提供一聲光調變(AOM)開關以控制預脈衝晶種雷射120的品質Q。在此例中，譬如由於連續性RF泵送，在晶種雷射接收觸發信號之前，增益媒體可處於一經泵送狀態，且可利用通信線72上的觸發信號來啟動Q開關。或者，觸發信號可引發增益媒體泵送，且Q開關在一預定延遲後啟動。對於此配置，觸發信號被預脈衝晶種雷射120接收時，共同放大器104”中的增益媒體係可

處於一經泵送狀態中(利用連續性或脈衝式泵送)。

第6圖顯示第1圖所示的光源20之典型光輸出。如圖所示,該序列首先係為來自曝光工具(未圖示)的一迸發開始命令150,在該點,光源20可以一固定式重覆率輸出一迸發152的脈衝至曝光工具,直到發布一迸發停止命令154為止。譬如,一典型迸發係可持續約0.5秒的一期間並包括處於約40kHz脈衝重覆率的約20,000光脈衝。曝光工具可使用該迸發一第一部分以供諸如對準、量測術等建置活動,以及該迸發的稍後部分以供照射一阻劑塗覆式晶圓的一曝光場域。一旦阻劑塗覆式晶圓的一第一部分已被照射,則可發生一中介時間 $t_1$ ,同時晶圓、罩幕、或兩者係被移入用以輻照一第二曝光場域之位置中。一般而言,一相同晶圓上的曝光場域之間的一中介時間係可持續約一秒的一比例部分。在中介時間期間,曝光工具不需要來自光源的光。第6圖顯示,從曝光工具(未圖示)發布另一迸發開始命令156時,中介時間 $t_1$ 可停止,在該點,光源20可以一固定式重覆率輸出一迸發158的脈衝至曝光工具以照射一第二曝光場域,直到發布一迸發停止命令160為止。迸發158之後係為另一中介時間 $t_2$ ,同時晶圓、罩幕、或兩者係被移入用以輻照一第三曝光場域之位置中。

繼續參照第6圖,當從曝光工具(未圖示)發布另一迸發開始命令162時,中介時間 $t_2$ 可停止,在該點,光源20可以一固定式重覆率輸出一迸發164的脈衝至曝光工具以照射一第三曝光場域,直到發布一迸發停止命令166為止。迸發

164之後係為另一中介時間 $t_3$ ，其可比中介時間 $t_1$ 及 $t_2$ 更長，並可對應於與曝光工具更換晶圓或進行不同測量術功能、一或多個維護功能、或不需要來自光源的光之部分其他製程相關聯之時間。

進一步如圖所示，從曝光工具(未圖示)發布另一迸發開始命令168時，中介時間 $t_3$ 可停止，在該點，光源20可以一固定式重覆率輸出一迸發170的脈衝至曝光工具以照射一第三曝光場域，直到發布一迸發停止命令172為止。

EUV輸出脈衝能量可在一迸發內變動，藉以提供一指定的整合式能量或劑量。部分實行方式中，使用一移動、500脈衝的窗在迸發內令劑量維持實質恆定。譬如，可測量一500脈衝窗中的總能量，且利用該結果生成下個脈衝的一能量目標。下個脈衝之後，重覆該製程。脈衝能量可以多種方式作調整，包括將用來泵送放大器增益媒體之RF脈衝予以調變、或者調整預脈衝與主脈衝晶種輸出之間的延遲。更多關於劑量控制之詳細資訊請見2006年12月22日提申且2008年6月26日以U.S. 2008/0149862-A1公開名為“雷射生成式電漿EUV光源”的美國專利申請案No. 11/644,153，事務所案號2006-0006-01，其內容合併於本文中以供參考。

第7至12圖顯示替代性裝置及方法，其中一驅動雷射源在一中介時間 $t$ 中繼續輸出光脈衝，以降低由於光學件溫度變化造成的熱暫態。對於這些裝置及方法，微滴產生器可在中介時間期間中繼續生成微滴而未中斷，降低了與停止

及重新開始微滴產生器相關聯的複雜度。並且，對於這些裝置及方法，在一中介時間 $t$ 中並未生成實質數量的電漿，降低了會弄髒或損害諸如收集器面鏡30(顯示於第1圖)等鄰近光學件之電漿所產生的碎屑及離子數量。更詳細來說，第7至12圖所示的實施例中，雷射脈衝係在迸發期間中聚焦於各別微滴上以生成一EUV輸出，且在一中介期間中提供一雷射焦斑與微滴之間的一距離。請瞭解第7至12圖所示的配置未必需要在一迸發期間中具有與一中介期間中的時序不同之一雷射時序，如上文參照第1圖所示的控制電路70所描述。對於下述配置，該裝置及方法係可譬如使用於一“開迴路”配置中，其中未利用微滴攔截來觸發雷射源，或一其中使微滴攔截控制迴路於一中介期間中被解除啟動之系統中。部分案例中，可在一中介期間中藉由偏向或阻絕微滴不抵達攔截位置，藉以解除啟動微滴攔截控制迴路。

首先參照第7圖，顯示一配置200，其中例如透鏡等聚焦光學件202所產生的焦斑係從一其中使雷射脈衝聚焦在一微滴流206中的微滴上以生成一EUV發射電漿之第一焦斑位置204(實線)被移動至一其中使焦斑遠離微滴流中的微滴之藉由在箭頭210方向移動聚焦光學件202所建立的第二焦斑位置208(虛線)。可利用一致動器(未圖示)—其可包括一步進器馬達、壓電元件/堆積體或一組合步進器馬達/壓電件—來移動光學件202。對於此配置，致動器可移動光學件202，使得第一焦斑位置204與第二焦斑位置208之間的一距離足以在一中介期間中降低微滴上的強烈度(intensity)以防

止由於雷射脈衝與微滴之間交互作用所導致之實質的電漿形成。光學件202的運動係可單獨進行以防止一中介期間中的雷射微滴交互作用，或可連帶使用一用以對於迸發期間生成與中介期間不同之相對於微滴位置的雷射觸發時序之系統，如上述。譬如，可一起使用兩種技術在焦斑與微滴之間生成比起單一技術所可獲得者更大之一分離。

第8圖顯示一配置250，其中例如透鏡等聚焦光學件252所產生的焦斑係從一其中使雷射脈衝聚焦於一微滴流中的微滴上以生成一EUV發射電漿之第一焦斑位置254(實線256)被導向，以及一第二焦斑位置258(虛線)。可藉由移動一導向光學件、諸如第1圖所示的光學件46及/或光學件50等來建立此導向，以在X及/或Y方向導向該束，來到一其中在雷射脈衝抵達焦斑時使焦斑遠離微滴流中的微滴之位置。對於此配置，束可被導向使得第一焦斑位置254與第二焦斑位置258之間的一距離足以在一中介期間中降低微滴上的強烈度，以防止由於雷射脈衝與微滴之間交互作用所導致之實質電漿形成。一導向光學件的運動係可單獨進行以防止一中介期間中的雷射微滴交互作用，或可連帶使用一聚焦光學運動(請見第7圖及上文提供的描述)及/或一用以對於迸發期間生成與中介期間不同之相對於微滴位置的雷射觸發時序之系統，如上述。譬如，可一起使用多種技術在焦斑與微滴之間生成比起單一技術所可獲得者更大之一分離。

第9圖顯示一配置300，其中使一微滴流302從一交會一

輻照部位306以在一迸發的脈衝中產生EUV之第一微滴流路徑304被重新導向至一在一中介時間中未交會輻照部位306之第二微滴流路徑308。更詳細來說，可使用一具有一釋放點、諸如一噴嘴輸出梢端等之微滴產生器以生成一微滴流，如圖所示。一迸發期間中，釋放點310可維持在一第一位置中，導致一微滴流移行朝向一其中供一脈衝式雷射束聚焦之輻照部位306。在一中介期間開端，譬如從曝光工具接收到一迸發停止命令時，釋放點310可譬如在箭頭312方向被移動至一第二區位(虛線)，遠離第一區位(實線)，故微滴未通過位於輻照部位306之焦斑。取而代之，雷射脈衝抵達焦斑時，其最靠近的焦斑之趨向係遠離焦斑達到一段在一中介期間中足以降低微滴上的強烈度之距離，以防止由於雷射脈衝與微滴之間交互作用所致之實質電漿形成。

可藉由相對於其餘微滴產生器移動噴嘴梢端來達成釋放點的運動，及/或部分或全部微滴產生器可被移動。譬如，可使用一可包括一步進器馬達、壓電元件/堆積體或一組合步進器馬達/壓電件之致動器(未圖示)以相對於輻照部位306移動釋放點310。

一替代性配置(未圖示)中，釋放點310可在微滴流移行方向被移動。確切來說，一迸發期間中，釋放點310可維持在一第一位置中，導致與一經聚焦雷射束脈衝同時抵達輻照部位306之一微滴流。在一中介期間開端，譬如從曝光工具接收到一迸發停止命令時，釋放點310可在微滴傳播方向被移動至一第二區位，故在一經聚焦雷射束脈衝之前或之

後使微滴抵達輻照部位306，且因此未生成實質的電漿形成。

一替代性實施例(未圖示)中，微滴形成的時序可在中介期間中相對於迸發期間被提前或延遲。更確切來說，如上文對於第1圖所示標靶材料輸送系統24之被合併於本文以供參考的申請案中所詳述，可施加一擾動至一標靶材料以產生一控制式微滴流。譬如，可使用一諸如壓電材料等致動器來週期性擾動一液體源材料，而造成該材料形成一控制式微滴流。此週期性擾動係可譬如為正弦性、脈衝式、一振幅或頻率調變式信號、或生成一控制式微滴流的任何其他信號。一迸發期間中，可施加一週期性擾動至目標材料以生成與一經聚焦雷射束脈衝同時抵達輻照部位之一控制式微滴流。在一中介期間開端，譬如從曝光工具接收到一迸發停止命令時，週期性擾動可被修改、譬如被延遲或提前使得微滴在一經聚焦雷射脈衝之前或之後抵達輻照部位306，且因此未產生實質的電漿形成。此系統可譬如使用於一“開迴路”配置中，其中未使用微滴攔截來觸發雷射源，或一其中令微滴攔截控制迴路在一中介期間中被解除啟動之系統中。

上述及下述用以修改微滴流之不同技術係可單獨或合併進行以防止一中介期間中之雷射微滴交互作用，或可配合使用一聚焦光學件運動(請見第7圖及上文提供的描述)，一導向光學件的運動(請見第8圖的上文提供的描述)及/或一用以對於迸發期間生成與中介期間不同之相對於微滴位

置的雷射觸發時序之系統，如上述。譬如，可一起使用多種技術來生成比單一技術所可獲得者更大之焦斑與微滴之間的一分離。

第10圖顯示一配置320，其中一微滴流322係從一交會一輻照部位326以在一迸發的脈衝中產生EUV之第一微滴流路徑324被重新導引至一在一中介期間中未交會輻照部位326之第二微滴流路徑328。如圖所示，配置320可包括一用於生成帶電微滴330之系統及一偵測器332，用以在帶電微滴上操作以將帶電微滴從其初始路徑予以重新導引。用於生成帶電微滴330的系統係可在微滴形成之前或之後充電微滴，並可遠離或整合於微滴產生器。一建置中，一充電環被定位為與微滴產生器釋放點相鄰。偏向器332可包括一或多個磁鐵，電磁鐵，一帶電元件或格柵，一對分開分佈的充電板，或其一組合。偏向器可操作以經由排斥或吸引使微滴偏向，而產生選自一電場、一磁場或其一組合所組成的場域群組之一場域。一替代性配置(未圖示)中，帶電微滴可從一未交會輻照部位之第二微滴流路徑(亦即一中介期間中所使用的路徑)重新導引至一交會輻照部位以在一迸發的脈衝中產生EUV之第二微滴流路徑。

另一替代性配置(未圖示)中，可藉由改變由一或多個磁鐵、電磁鐵、一帶電元件或格柵、一對分開分佈的充電板或其一組合所生成的場域以使帶電微滴在微滴流移行方向被加速或減速。確切來說，一迸發期間中，未帶電微滴係與一經聚焦雷射束脈衝同時抵達輻照部位326。在一中介期

間的開端，譬如從曝光工具接收到一迸發停止命令時，微滴可被充電然後加速或減速使得微滴在一經聚焦雷射束脈衝之前或之後抵達輻照部位326，且因此不生成實質的電漿形成。

第11圖顯示一配置340，其中一微滴流342係從一交會一輻照部位346以在一迸發的脈衝中產生EUV之第一微滴流路徑344被重新導引至一在一中介期間中未交會輻照部位346之第二微滴流路徑348。如圖所示，配置340可包括一用於在箭頭352方向生成一氣體流350之系統，以將微滴從其初始路徑予以重新導引。譬如，系統可包括一泵及一導引裝置，諸如一管以產生一經導引氣體流。氣體可為一緩衝氣體諸如氫、氦或出現在腔室中及/或在腔室中有用的某其他氣體，諸如一清潔氣體，例如鹵素及/或一在腔室中為良性的氣體。或者，可提供一吸力(未圖示)以從一既有緩衝/清潔氣體生成氣體流以重新導引微滴。另一替代方式中，可利用一氣體流(未圖示)將微滴從一未交會輻照部位之第一微滴流路徑(亦即一中介時間中所使用的路徑)導引至一交會輻照部位以在一迸發的脈衝中產生EUV之第二微滴流路徑。

另一替代性配置(未圖示)中，可利用一氣體流在微滴流移行方向加速或減速微滴。譬如，微滴流的一部分可移行經過一長形管，而容許氣體在管中且沿著微滴流被導引。一迸發期間中，氣體流係停止且微滴與一經聚焦雷射束脈衝同時抵達輻照部位346。在一中介期間的開端，譬如從曝

光工具接收到一迸發停止命令時，微滴可利用一氣體流被加速或減速使得微滴在一經聚焦雷射束脈衝之前或之後抵達輻照部位346，且因此不生成實質的電漿形成。

第12圖顯示一配置350，其中一微滴流352在一迸發的脈衝中被容許沿著一交會一輻照部位356以產生EUV之第一微滴流路徑354移行，並在一中介時間中被阻絕不沿著路徑354移行。如圖所示，配置340可包括一具有一諸如板或盆等阻絕件358之阻絕系統，該阻絕件358係可在箭頭360方向從一容許微滴沿著微滴路徑354未受阻地移行之第一位置移動至一其中使微滴打擊阻絕件且被其收集或偏向之第二位置。使用中，微滴係在一迸發期間中抵達輻照部位356，其在該處被一經聚焦雷射束脈衝所輻照以生成一EUV發射電漿。在一中介期間的開端，譬如從曝光工具接收到一迸發停止命令時，阻絕件被移動以攔截微滴，使得微滴抵達輻照部位356，且因此未生成實質的電漿形成。

雖然此專利申請案中以滿足35 U.S.C. §112所需細節作描述及顯示之特定實施例係完全能夠達成上述實施例之上述用途、據以解決的問題、或任何其他理由或目的中之一或多者，熟習該技術者可瞭解：上述實施例僅示範、說明及代表本申請案廣泛想見之標的物。下列申請專利範圍中若以單數提及一元件，除非明述，否則無意表示且將不表示此申請專利範圍元件被詮釋成“一旦唯一”，而應該是“一或多”。一般熟習該技術者已知或稍後將得知之任何上述實施例的元件之所有結構性及功能性均等物係被明確合併於

本文中以供參考且預定被本申請專利範圍所涵蓋。說明書及/或申請專利範圍中所使用以及在本申請案的說明書及/或申請專利範圍中明確提供意義之任何用語係將具有該意義，無論此用語的任何字典或其他常用意義為何。說明書中所討論的裝置或方法係無意作為且不需作為針對或解決此申請案所討論的各項與每項問題之一實施例，因為其係由申請專利範圍所涵蓋。本揭示中的元件、組件或方法步驟皆無意貢獻予公眾，不論該元件、組件或方法步驟是否明述於申請專利範圍中皆然。除非使用“用於之裝置(means for)”語句明述該元件、或在方法請求項案例中以“步驟(step)”而非“動作(act)”引述該元件，申請專利範圍中的請求元件皆不被視為落在35 U.S.C. §112第六段條款之下。

### 【圖式簡單說明】

第1圖顯示一雷射生成式電漿EUV光源的一範例之簡化示意圖；

第2圖顯示一控制電路的一範例，其用於在接收一微滴攔截時間信號時產生一雷射觸發；

第3圖顯示具有一晶種雷射及一放大器之一雷射源的一實施例之簡化示意圖；

第4圖顯示具有一晶種雷射及多腔室放大器之一雷射源的另一實施例之簡化示意圖；

第5圖顯示具有一預脈衝晶種雷射、主脈衝晶種雷射及共同放大器之一雷射源的另一實施例之簡化示意圖；

第6圖顯示光微影術所用光源之一典型光輸出序列；

第7圖顯示一配置，其中由一聚焦光學件所產生的焦斑係從一其中使雷射脈衝聚焦於一微滴流中的微滴上以生成一EUV發射電漿之第一焦斑位置(實線)移至一其中使焦斑遠離微滴流中的微滴之第二焦斑位置(虛線)；

第8圖顯示一配置，其中由一聚焦光學件所產生的焦斑係從一其中使雷射脈衝聚焦於一微滴流中的微滴上以生成一EUV發射電漿之第一焦斑位置(實線)導向至一其中使焦斑遠離微滴流中的微滴之第二焦斑位置(虛線)；

第9圖顯示一配置，其中藉由移動一微滴產生器釋放點使得一微滴流從一交會一輻照部位以產生EUV的第一微滴流路徑被重新導引至一未交會輻照部位之第二微滴流路徑；

第10圖顯示一配置，其中藉由充電微滴並使帶電微滴偏向以令一微滴流從一交會一輻照部位以產生EUV的第一微滴流路徑被重新導引至一未交會輻照部位之第二微滴流路徑；

第11圖顯示一配置，其中藉由一氣體流使得一微滴流從一交會一輻照部位以產生EUV的第一微滴流路徑被重新導引至一未交會輻照部位之第二微滴流路徑；

第12圖顯示一配置，其中一微滴流係在一迸發的脈衝中被容許移行至一輻照部位以產生EUV且在一中介時間中被阻絕不移行至輻照部位。

#### **【主要元件符號說明】**

20…雷射生成式電漿EUV光源      22…雷射源

- 22'...雷射源
- 24...標靶材料輸送系統
- 26...腔室
- 28...輻照區
- 30...收集器面鏡
- 40...中間區
- 42,44...面鏡
- 46...第一平坦面鏡
- 48,52...第一軸傾斜-第二軸傾斜(tip-tilt)致動器
- 50...第二平坦面鏡
- 54...聚焦總成
- 56,210,312,360...箭頭
- 58...微滴
- 60...預選定區位
- 62...光源
- 64...束
- 66,332...偵測器
- 68,72,74,82,86,92...通信通路
- 70...控制電路
- 76...曝光工具控制系統
- 80...類比至數位轉換器
- 84,94...延遲電路部分
- 88...邏輯電路
- 100...晶種雷射
- 102,102',130...束路徑
- 104,104'...放大器
- 104'',126...共同放大器
- 106,108...放大單元
- 120...預脈衝晶種雷射
- 122...共同束路徑
- 124...光學件
- 128...主脈衝晶種雷射
- 150,156,162,168...迸發開始命令
- 152,158,164,170...迸發
- 154,160,166,172...迸發停止命令
- 200,250,300,320,340...配置
- 202,252...聚焦光學件
- 204,254...第一焦斑位置
- 206,302,322,342,352...微滴流
- 208,258...第二焦斑位置
- 256...實線
- 304,324,344,354...第一微滴流路徑
- 306,326,346,356...輻照部位
- 308,328,348...第二微滴流路徑
- 310...釋放點
- 330...帶電微滴

350...氣體流

$t, t_1, t_2, t_3 \dots$  中介時間

358...阻絕件

X, Y, Z...方向

## 七、申請專利範圍：

1. 一種極紫外線(EUV)光源，包含：
  - 一微滴(droplet)產生器，其生成標靶材料的微滴；
  - 一感測器，其當一微滴抵達一預選定區位時提供一攔截(intercept)時間信號；
  - 一延遲電路，其耦合於該感測器，該延遲電路回應於至少來自一曝光工具控制系統之迸發時序輸入(burst timing input)產生自該攔截時間信號延遲之一觸發信號；
  - 一雷射源，其回應於一觸發信號以生成一雷射脈衝；及
  - 一系統，其控制該延遲電路以提供自該攔截時間信號延遲一第一延遲時間之一觸發信號以產生一被聚焦於一微滴上之雷射脈衝，以及自該攔截時間信號延遲一第二延遲時間之一觸發信號以產生一錯失(miss)一微滴之雷射脈衝。
2. 如申請專利範圍第1項之EUV光源，其中該第一延遲時間係比該第二延遲時間更長。
3. 如申請專利範圍第1項之EUV光源，其中該第一延遲時間係比該第二延遲時間更短。
4. 如申請專利範圍第1項之EUV光源，其中該感測器係包含一雷射源及一偵測器。
5. 如申請專利範圍第1項之EUV光源，其中該延遲電路係包含一數位移位暫存器。

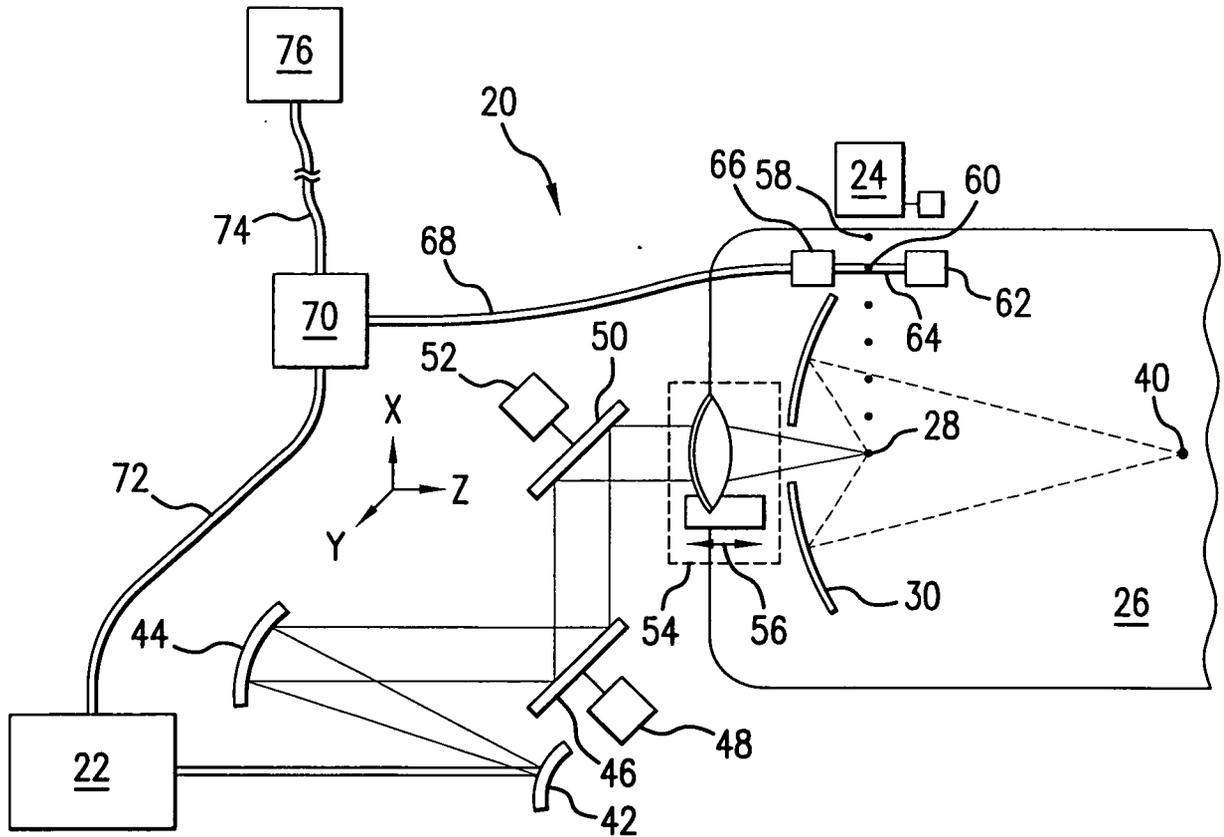
6. 一種用於在至少兩迸發期間(burst period)生成EUV脈衝之方法，該等迸發期間係被一中介(intervening)期間t所分離，該方法包含下列步驟：

在各迸發期間中及該中介期間中產生標靶材料微滴；

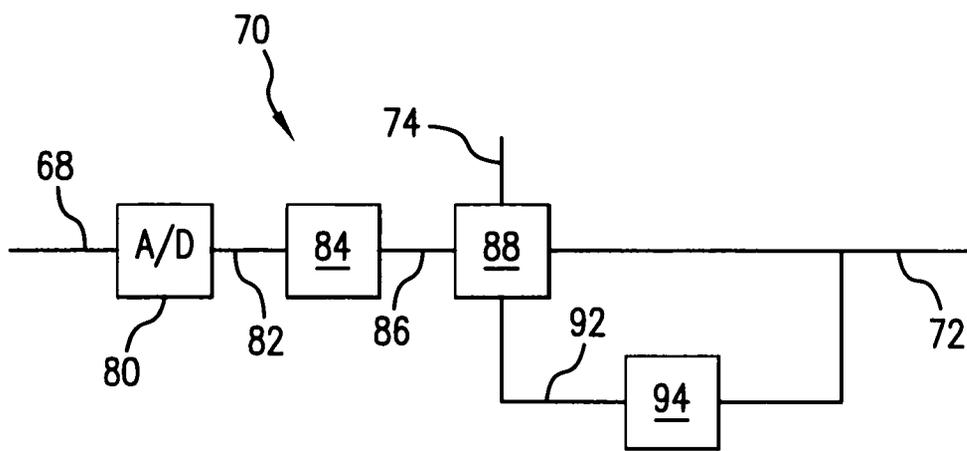
在各迸發期間中及該中介期間中產生雷射脈衝；及  
在迸發期間中聚焦雷射脈衝於各別微滴上以生成一EUV輸出；及

在一中介期間中於一雷射焦斑(laser focal spot)與微滴之間生成一距離，其中在該中介期間所產生的至少一脈衝係回應於至少來自一曝光工具控制系統之迸發時序輸入而產生以使得該至少一雷射脈衝在該中介期間錯失該微滴。

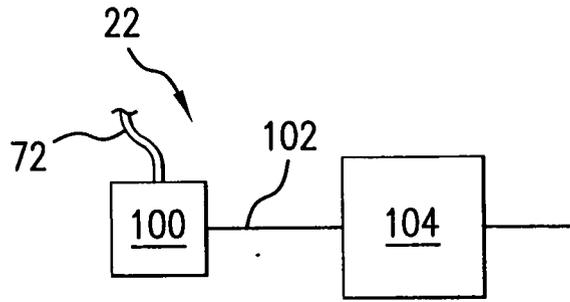
7. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該生成一距離之步驟係藉由為該迸發期間提供與該中介期間不同之相對於微滴位置的雷射觸發時序而達成。
8. 如申請專利範圍第6項之方法，其中微滴在一迸發期間中沿著一第一路徑移行朝向一輻照部位，且該生成一距離之步驟係藉由在該中介期間中將微滴重新導引至一未交會該輻照部位之第二路徑而達成。
9. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該等雷射脈衝係在一迸發期間中被聚焦至位於一輻照部位的一焦斑，且該生成一距離之步驟藉由在該中介期間中將該焦斑移至一遠離該輻照部位之區位而達成。



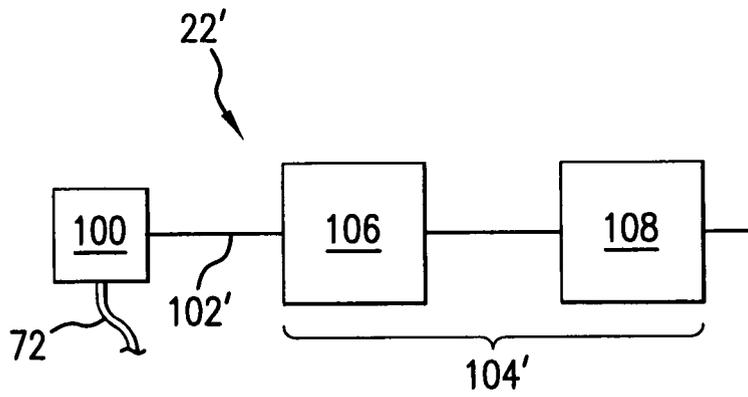
第 1 圖



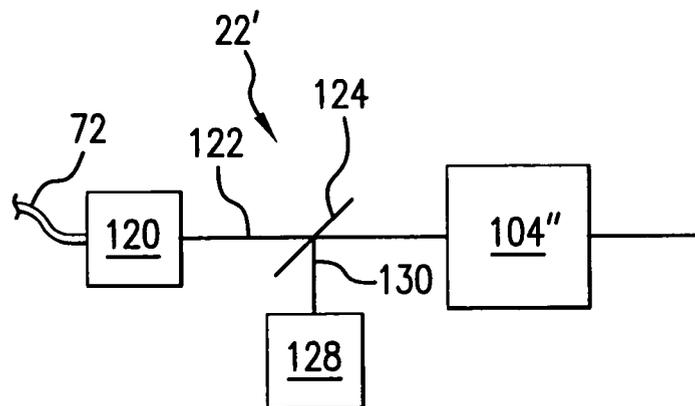
第 2 圖



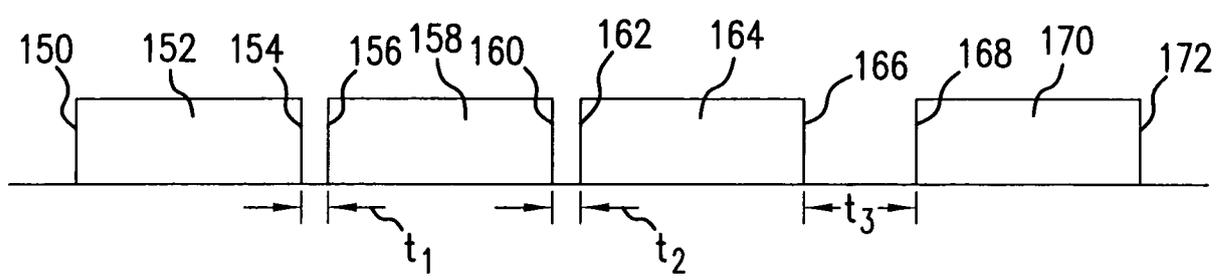
第 3 圖



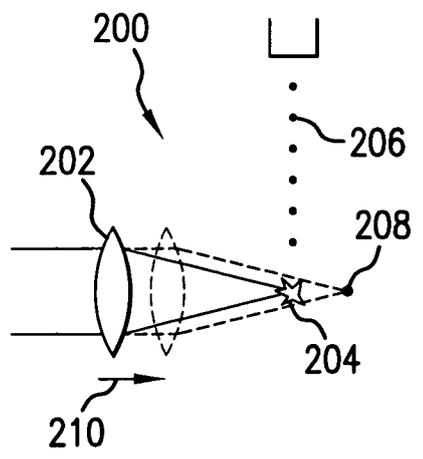
第 4 圖



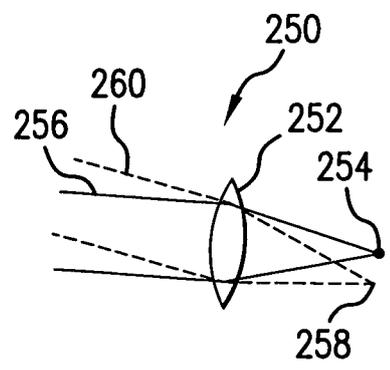
第 5 圖



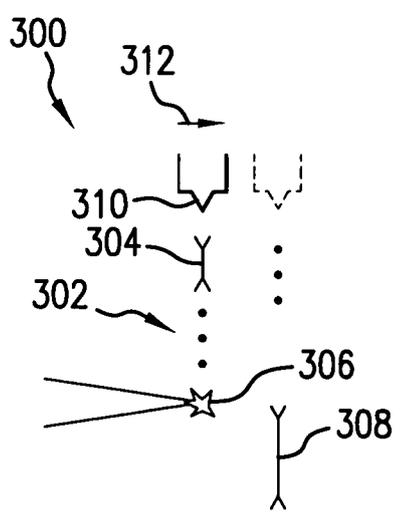
第 6 圖



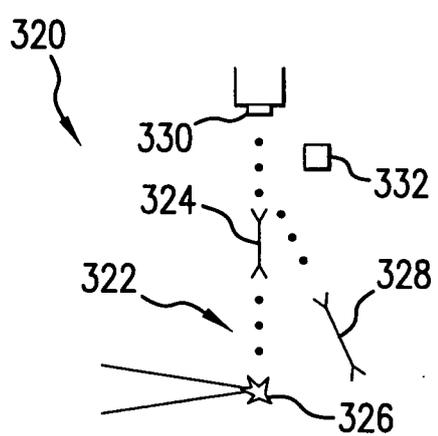
第 7 圖



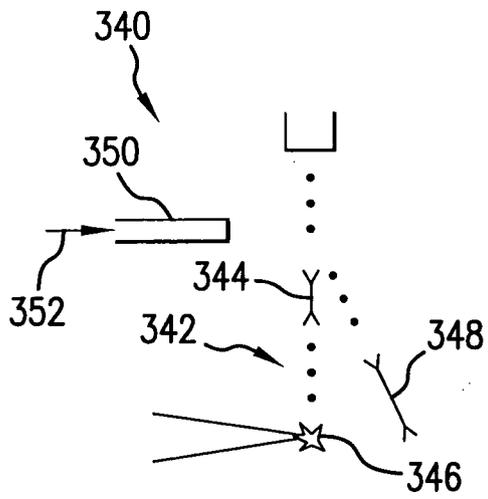
第 8 圖



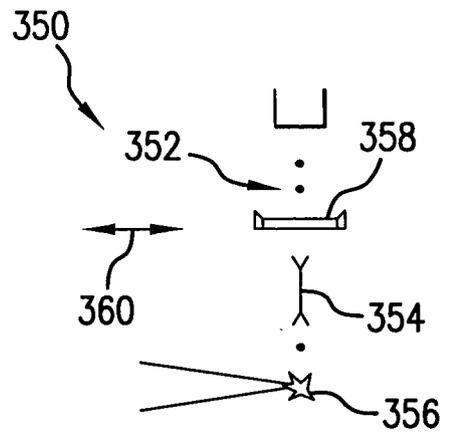
第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖